

## РОЗДІЛ 3. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ ТА УПРАВЛІННЯ НИМИ

### БАЛАНСОВА МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛУ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ВИТРАТ ПО ГРУПАМ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЕНЕРГОКОМПАНІЙ

**Бардик Є.І., к.т.н., доцент, Соколенко І.Ю., магістрант**  
*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних станцій*

**Вступ.** Електрообладнання в складі енергокомпанії є неоднорідним за терміном роботи і завантаженням окремих основних елементів. Обладнання зі значним терміном експлуатації має значне зношення, яке призводить до підвищення аварійності. Різний рівень завантаження елементів ЕЕС визначає різну затребуваність та опосередковано витрати ресурсу. Експлуатація такого обладнання призводить до збільшення річних ремонтно — експлуатаційних витрат. Саме тому важливим є сегментація парку електрообладнання енергокомпанії. Мета сегментації окремих типів електрообладнання - з одного боку розшарування парку, що експлуатується, виділивши зони підвищених витрат і підвищеного ризику при експлуатації в ненормований термін; з іншого боку – забезпечити можливість розрахувати кількісні характеристики витрат, які потрібні для реалізації вибраної в енергокомпанії стратегії експлуатації. При цьому сегментація передбачає можливість індивідуальної оцінки для одиниці обладнання і створення бази даних по обладнанню з урахуванням введення нових груп [1].

**Постановка задачі.** Відсутність на сьогоднішній день методичного підходу до аналізу фактичних витрат енергокомпанії не дозволяє оцінити ефективність прийнятої стратегії управління обслуговуванням обладнання та розробити способи її корегування [1].

Тому потрібні моделі оцінки і розподілу ремонтно-експлуатаційного фонду енергокомпаній, який виділяється і призначений для задач обслуговування обладнання електроенергетичних систем. Зазначені моделі інвестицій ґрунтуються на сформованих критеріях переваги при виборі раціональної стратегії обслуговування і ремонту обладнання з урахуванням найважливіших експлуатаційних факторів [2]. Основа методології розподілу складає балансова модель, яка дозволяє оцінити частинну участь обладнання енергосистем в формуванні сумарних витрат на підтримання його в працездатному стані.

**Матеріали дослідження.** Вирішення задач пов'язаних зі зменшенням витрат на ТО і Р в умовах недостатнього об'єму інвестицій на своєчасну заміну і модернізацію можливо на основі двох підходів. Перший - рознесення витрат по групам і одиницям обладнання з урахуванням важливих експлуатаційних факторів. Даний підхід забезпечує можливість раціонального використання коштів в межах фонду, що виділяється на ремонт та експлуатацію. Інші підходи

базуються на системному принципі вирішення задач і полягають в обґрунтованому виборі стратегій ТО і ремонту обладнання.

Формування кількісних характеристик витрат доцільно виконувати на основі балансової моделі, які є деякою функцією сумарних витрат енергокомпанії від низки експлуатаційних факторів  $f_j$  ( $j=1, N_f$ ), де  $N_f$  – число факторів [2].

Сумарні витрати можна визначити наступним чином:

$$B_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{N^g} B_j^g;$$

де:  $N^g$  – кількість груп електрообладнання;

$B_j^g$  – витрати по  $j$ -й групі електрообладнання енергокомпанії, які в детермінованій постановці задачі визначаються:

$$B_j^g = B_{\Sigma} \cdot \sum_{j=1}^{N^f} r_j \cdot k_{i,j}^g (f_j);$$

де:  $r_j$  – значущість  $j$ -го фактора  $f_j$ ;  $k_{i,j}^g (f_j)$  – нормований коефіцієнт частинної участі в формуванні витрат на підтримання його в працездатному стані для  $i$ -ї групи обладнання, який визначається:

$$k_{i,j}^g (f_j) = \sum_{i=1}^{L_j} r_j \cdot k_{i,j} (f_j);$$

де:  $r_j$  – нормований коефіцієнт частинної участі обладнання в формуванні витрат на підтримку його в працездатному стані для  $i$ -ї одиниці обладнання,  $L_j$  – кількість об'єктів в групі обладнання.

Для реалізації вище представленого підходу необхідно визначити низку факторів впливу до яких можна віднести деякі технічні характеристики обладнання і визначити їх значущість. Зазвичай фактори визначаються експертним шляхом і відтворюють критерії переваг для прийняття управлінських рішень в межах прийнятої стратегії експлуатації. До найбільш значущих факторів в межах задачі, що розглядається слід віднести [3]:

1. Об'єм виробничих фондів обладнання в умовних технічних одиницях –  $V$ . Даний фактор характеризує об'єкт з точки зору складності і трудомісткості експлуатації. Коефіцієнти розподілу за об'ємом виробничих фондів по групам і об'єктам розраховуються:

$$k_{F,j}^g = \frac{V_j^g}{\sum_{j=1}^N V_j^g};$$

$$k_{F.i.j} = \frac{V_{i.j}}{\sum_{j=1}^N V_j^g};$$

де:  $V_{i.j}$ ,  $V_j^g$ ,  $\sum_{j=1}^N V_j^g$  – об'єм виробничих фондів відповідно по  $i$ -й одиниці,  $j$ -ї групи, по  $j$ -ій групі та в цілому по всім енергооб'єктам енергокомпанії;  $N$  – кількість груп.

2. Завантаження об'єкта  $E^{pic}$  (пропуск електроенергії через даний об'єкт на протязі року, кВт\год). Даний фактор характеризує затребуваність  $k$ -го об'єкта в процесі передачі і розподілу електроенергії по електричним мережам різного класу напруги за розрахунковий рік. Крім того цей фактор опосередковано характеризує інтенсивність зношення електрообладнання. Коефіцієнт розподілу за завантаженням по групам і об'єктам розраховується:

$$k_{3.i.j} = \frac{E_{i.j}}{\sum_{i=1}^{L_j} E_{i.j}};$$

$$k_{3.j}^g = \sum_{i=1}^{L_j} k_{3.i.j};$$

де  $E_{i.j}$  – завантаження електроенергією по  $i$ -й одиниці  $j$ -ї групи електрообладнання.

3. Термін служби повітряних ліній і електрообладнання електричних підстанцій, який визначається:

$T_{cl} = T_i - T_o$ , де поточний  $T_i$  – рік;  $T_o$  – рік введення в експлуатацію відповідного об'єкта. Даний фактор опосередковано визначає ступінь зношення і пов'язане з ним можливе погіршення експлуатаційних характеристик об'єкта. Розраховується коефіцієнт розподілу за терміном служби по групам і об'єктам:

$$k_{m.i.j} = \frac{t_{i.j}}{\sum_{j=1}^{N^f} t_{i.j}};$$

$$k_{m.j}^g = \sum_{i=1}^{L_j} k_{m.i.j};$$

де  $t_{i,j}$  – відношення фактичного терміну служби і-го об'єкта j-ї групи до його нормативного терміну служби.

4. Аварійність обладнання (питома пошкоджуваність; частота потоку відмов –  $\lambda$ , 1/рік або коефіцієнт змушеного простою  $k_{прост}$ . Даний фактор дозволяє опосередковано врахувати якість ремонтно-експлуатаційного обслуговування.

Для визначення коефіцієнта частинного внеску  $k_{в.і.}$  використовуємо  $\lambda_i$  або коефіцієнт вимушеного простою, який розраховується за формулою:

$$k_{в.і.} = \lambda_i \cdot T_{в.і.};$$

де  $T_{в.і.}$  – середній термін відновлення одиниці обладнання.

5. Ризик експлуатації при відмові конкретної одиниці електрообладнання або групи обладнання.

**Висновок.** Ефективне управління експлуатаційним обслуговуванням електрообладнання ЕЕС та інвестиційні заходи на ремонт і заміну потребують, розробки методології оптимального цільового розподілу коштів. Для обґрунтованого розподілу витрат на технічне обслуговування та ремонт, інвестиційних витрат по групам і одиницям електрообладнання запропонована балансова модель.

#### Перелік посилань

1. Левин В.М., Дегтярев В.И. Мониторинг состояния электрического сетевого оборудования для повышения эффективности эксплуатации и ремонта // Электроэнергетика: Сб. науч. пб. – Новосибирск; НГТУ, 2000. – 103-112.
2. Блех Ю. Гетус У. Инвестиционный расчёт. Модели и методы оценки инвестиционных проектов. – Калининград, 1997-450с.
3. Ковальчук К.А. Интеллектуальная поддержка принятия экономических решений. – Донецк: ЦЭП НАН Украины, 1996.